

5      **Vorrichtung zur Stromversorgung von Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Stromversorgung von Hilfseinrichtungen, beispielsweise Steuer-, Melde-, Beleuchtungs- und Anzeigeeinrichtungen o. dgl. in Schienenfahrzeugen, insbesondere Hochgeschwindigkeits-, Regionalbahn-,  
10 Straßenbahn- und Nahverkehrsfahrzeugen, bei denen eine gesonderte Stromversorgungseinrichtung die Stromversorgung für die Hilfseinrichtungen übernimmt.

Die Speisung elektrischer Verbraucher in Schienenfahrzeugen wird bisher bei abgeschalteter Hauptenergieversorgung von Bleiakkumulatoren übernommen, die u. a. die Beleuchtung im Fahrgastraum sicherstellen, Signalleuchten, Zugzielanzeigen und andere elektrische Verbraucher wie Gebläse u. ä. für einen gewissen Zeitraum mit Strom versorgt. Diese Bleiakkumulatoren befinden sich zusammen mit den Sicherungen und dem Ladegerät in einem kastenförmigen Batteriemodul, das am Untergestell eines jeden Wagens befestigt ist. Dieses Modul hat ein hohes Gewicht und mindert die Traktionsleistung des Antriebsaggregates, insbesondere bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, entsprechend. Die Leistungsminderung erfolgt durch die Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen und durch die Massenträgheit des Moduls beim Beschleunigen des Fahrzeugs.

25 Des weiteren erfordern Bleiakkumulatoren eine ständige Kontrolle, Wartung und Pflege. Bleiakkumulatoren gehören nach ihrem Verbrauch zum Sondermüll und sind daher umweltgefährdend.

Weiterhin werden während des Betriebes Lichmaschinen bzw. Generatoren zur Energieversorgung von Verbrauchern eingesetzt. Bei diesen Verbrauchern handelt es sich beispielsweise um Teile der Bremsausrüstung, der Luftfederung, der elektrischen oder pneumatischen Scheibenwischer, der elektrischen oder pneumatischen Türantriebe,

der Stromabnehmeraktuatoren und/oder einer eventuell vorhandenen Wagenkasten-Neigetechnik.

Dies ist mit hohem Gewicht und geringem Wirkungsgrad verbunden. Wird die Energie für Lichtmaschine bzw. Generator vom Antriebsaggregat geliefert, mindert sich 5 demzufolge dessen Traktionsleistung. Im Falle eines separaten Antriebsaggregats für Lichtmaschine bzw. Generator, z. B. eines Hilfsdieselmotors, ist diese Lösung mit erheblichen zusätzlichen Kosten für den separaten Antrieb verbunden. Daneben sind alle diese Lösungen mit zusätzlichen Aufwendungen zur Energieanpassung und Energieübertragung verbunden. Der Wartungsaufwand derartiger Systeme ist relativ 10 hoch.

Es ist bekannt, Brennstoffzellen auf Methanolbasis zur stationären und mobilen Stromgewinnung, beispielsweise für Straßenfahrzeuge, einzusetzen (ÖZE 40, 3(1987) und Prospekt der Firma Daimler Benz 1996 „A Methanol Car Hits the Roads.“). Die 15 Brennstoffzellen liefern eine Zellenspannung von etwa 0,6 V, so daß zur Erreichung der nötigen Antriebsleistung mehrere Zellen hintereinandergeschaltet werden müssen.

Die DE 197 03 171 A1 beschreibt ein Straßenfahrzeug mit einem Antriebs-Verbrennungsmotor oder einem Brennstoffzellenantriebssystem. Bordnetzverbraucher werden unabhängig vom Antriebssystem von einem Brennstoffzellenaggregat versorgt. Die DE 196 17 978 A1 beinhaltet ein elektrisch betriebenes Schienenfahrzeug mit 20 einem Brennstoffzellenantrieb. Weiterhin ist bekannt, Brennstoffzellen als Antrieb für Straßenfahrzeuge zu verwenden, vgl. Krafthand, Heft 15, 09.08.1997: Stellt die Brennstoffzelle den Fahrzeugantrieb der Zukunft dar? Dabei werden PEM-Brennstoffzellen als Stromversorgung für Elektromotoren verwendet.

Die DE 196 41 254 A1 offenbart ein Straßenfahrzeug mit elektrischem Antrieb. Die 25 DE 197 55 815 A1 beschreibt ein Verfahren zum Betrieb einer Anlage zur Wasserdampfreformierung eines Kohlenwasserstoffs und damit betreibbare Reformierungsanlage, insbesondere in einem brennstoffzellenbetriebenen Straßenfahrzeug. Die DE 198 17 534 A1 beinhaltet ein Verfahren und eine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie unter Nutzung einer PEM-Brennstoffzelle. Die 30 DE 197 01 560 C2 offenbart ein Brennstoffzellensystem mit einer PEM-Brennstoffzelle.

Schienenfahrzeuge erfordern im Regelfall eine sehr viel kompliziertere technische Ausrüstung für die Hilfsenergiebereitstellung mit anderen technischen Merkmalen, Eigenschaften und Funktionen als ein Kraftfahrzeug. Das betrifft die gegenüber dem Kraftfahrzeug wesentlich höhere Leistungsaufnahme der Hilfseinrichtungen und die bei Schienenfahrzeugen häufig erforderlichen unterschiedlichen Spannungspotentiale.

Bei diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine zweite Stromversorgung, insbesondere die Stromversorgung von Steuer-, Melde-, Beleuchtungs- und Anzeigeeinrichtungen u. dgl. in Schienenfahrzeugen unabhängig von der Antriebsanlage zu betreiben, Gewicht bei gleichzeitiger Verbesserung der Wartungsfreundlichkeit und des Umweltschutzes einzusparen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Es wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die gesamte oder zumindest ein Teil der in einem Schienenfahrzeug benötigten Hilfsenergie, insbesondere für Verbraucher auf unterschiedlichen Spannungspotentialen und auch beispielsweise für die Bremsausrüstung, die Luftfederung, elektrische oder pneumatische Scheibenwischer, elektrische oder pneumatische Türantriebe, Stromabnehmeraktuatoren und/oder Wagenkasten-Neigetechnik von der Primärenergiequelle abzukoppeln.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es, die Brennstoffzellentechnik, z. B. auf Methanolbasis im Schienenfahrzeugbau einzusetzen und die Stromversorgung unabhängig vom Hauptantrieb zu betreiben. Dadurch, daß der Batteriemodul entfällt, wird das Gewicht der Stromversorgung merklich reduziert. Weiterhin entfallen insbesondere bei dieselbetriebenen bzw. hilfsdieselbetriebenen Schienenfahrzeugen üblicherweise verwendete Lichtmaschinen bzw. Generatoren, die vom Haupt- bzw. Hilfsantrieb bereitgestellte Energie in elektrische Energie umwandeln. Der komplette Hilfsdiesel entfällt bei derartigen Schienenfahrzeugen.

Auch die dafür erforderlichen Anpassungssysteme und elektronischen Steuerungen, z. B. Bordnetzumrichter werden nicht mehr benötigt. Bei elektrisch betriebenen Schienenfahrzeugen entfallen beispielsweise Haupttrafohilfswicklungen und Bordnetzumrichter.

5 Die direkte Energieumwandlung von chemischer in elektrische Energie in den Brennstoffzellen verläuft mit einem besseren Wirkungsgrad als über die mechanische Energie als Zwischenstufe. Dies bedeutet, daß für die Stromversorgung der Hilfseinrichtungen weniger Leistung bereitgestellt werden muß und die gesamte Leistung des Hauptantriebes für die Traktion zur Verfügung steht.

10 Die aufwendige Wartung der Batteriemodule an jedem Wagen ist nicht mehr erforderlich.

Zusätzlich ist es erfindungsgemäß möglich, statt einer zentralen, z. B. lokbasierten Stromversorgung eine dezentrale Stromversorgung zu realisieren. Bei lokbasierten Stromversorgungssystemen mußte die Stromversorgung auf die maximal erforderliche

15 Leistung, unabhängig von der Wagenzahl des Zuges ausgelegt werden. Dezentrale Systeme führen zur Bedarfsanpassung der Leistung der Stromversorgung. So können mehrere Stromversorgungen auf mindestens zwei Teile eines Zuges, insbesondere auf jeden Wagen verteilt werden. Dadurch verringert sich das Gewicht des Stromversorgungssystems. Weiterhin von Vorteil ist, daß dadurch die Übertragung der  
20 Energie vom Stromversorgungssystem zum Verbraucher vereinfacht wird, insbesondere eine Übertragung von elektrischer Energie über die gesamte Länge eines Zuges wird vermieden.

Die Erfindung soll nachstehend in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher veranschaulicht werden.

25

Es zeigen:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau der erfindungsgemäßen Anordnung,

Fig. 2 eine Einzelheit X gemäß Fig. 1 und

30 Fig. 3 eine Variante der Integration der erfindungsgemäßen Anordnung in das Bordnetz eines Schienenfahrzeuges.

In Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau der erfindungsgemäßen Anordnung eines Brennstoffzellen-Aggregates 1 gezeigt, das in die Wagenkonstruktion eines nicht dargestellten Schienenfahrzeuges kompakt integriert ist.

- 5 In einem Tank 2 befindet sich als Primärenergieträger Methanol, das mit Nutzung konventioneller Tankstellentechnik in den Tank einfüllbar ist. Der Tank 3 ist für die Aufnahme des entionisierten Wassers bzw. Reaktionswassers vorgesehen. Das entionisierte Wasser wird, wie in Fig. 1 gezeigt, mit dem Methanol gemischt und im Verdampfer 4 verdampft. Dieser Methanol-Wasserdampf wird unter Erhitzung auf etwa  
10 250°C mittels eines katalytischen Brenners 5 im Reformierer 6 in Wasserstoff, Kohlendioxid und Restgase wie Kohlenmonoxid usw. gespalten. Die nachfolgende Gasreinigung 7 trennt den Wasserstoff von Kohlendioxid und den Restgasen ab. Der so gewonnene Wasserstoff wird der Brennstoffzelle 8 zu- und das Kohlendioxid in die Atmosphäre abgeführt.
- 15 Die Brennstoffzelle 8 selbst besteht im wesentlichen aus einer Proton-Exchange-Membran (PEM) 9 als Elektrolyt, die beidseitig mit einer Platinbeschichtung 10 versehen ist, einer Elektrode 11 und Kühl/Bipolarelementen 12 mit Gaskanälen (siehe Fig. 2).
- 20 Beim Passieren des Wasserstoffes durch die Membran 9 gibt das Wasserstoffmolekül unter Einwirkung der katalytisch wirkenden Platinbeschichtung 10 an der Anode seine Elektronen ab, die über den äußeren Stromkreis zum Verbraucher fließen. Gleichzeitig wird der vom Kompressor 13 geförderte Luftstrom der Membran 9 zugeführt, wobei der im Luftstrom enthaltene Sauerstoff an der Kathode reduziert wird. Die  
25 Sauerstoffmoleküle reagieren mit den durch die Membran 9 wandernden Wasserstoffionen und den vom Verbraucher kommenden Elektronen zu Wasser. Pro Brennstoffzelle entsteht eine Spannung von 0,6 V. Durch den Zusammenschluß vieler derartiger Zellen zu einer Packung lassen sich problemlos die für die Stromversorgung der in Schienenfahrzeugen installierten Hilfseinrichtungen erforderlichen höheren  
30 Spannungen erreichen.

Eine in einen Kühlkreislauf K eingebundene Kühlpumpe 14 fördert Kühlung in die Gaskanäle der Bipolarelemente 12 der Brennstoffzelle 8. Die bei der Reaktion entstehende Reaktionswärme wird an die Kühlung abgegeben, die ihrerseits durch Wärmetausch diese Wärme an einen Kühler 15 abgibt. Das bei der Reaktion 5 entstehende Wasser gelangt über eine Zuleitung 16 in den Wassertank 3.

Da bei der Reaktion in der Brennstoffzelle 8 keine 100%ige Umsetzung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff erfolgt, entsteht ein Restgas, das durch eine Ableitung 18 dem katalytischen Brenner 5 zugeführt wird. Für den Fall, daß der Heizwert des Restgases nicht für den Betrieb des Brenners 5 ausreicht, wird zusätzlich 10 Methanol aus dem Tank 2 abgezogen und im Brenner 5 verbrannt, um die erforderliche Reaktionstemperatur für die Umsetzung des Wasser-Methanol-Dampfes einzuhalten.

Fig. 3 zeigt schematisch die Adaption der erfindungsgemäßen Anordnung in das Bordnetz  $B_N$  eines Schienenfahrzeugs. Ausgangsseitig ist das Brennstoffzellen-Aggregat 7 mit einer Spannungsanpassung 17 verbunden, mit der die für die 15 einzelnen Verbraucher  $V_1, V_2, V_n$  erforderlichen Spannungen eingestellt werden.

Selbstverständlich sind die im Ausführungsbeispiel verwendeten PEM-Brennstoffzellen (proton exchange membrane fuel cell - PEMFC) auch durch andere Brennstoffzellen, 20 beispielsweise alkalische Brennstoffzellen (alkaline fuel cell - AFC), Direktmethanol-Brennstoffzellen (direct methanol fuel cell - DMFC), Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (molten carbonate fuel cell - MCFC), Phosphorsaure Brennstoffzellen (phosphoric acid fuel cell - PAFC), Festoxid- Brennstoffzellen (solid oxide fuel cell - SOFC) oder eine Kombination derartiger Brennstoffzellen inklusive der entsprechenden Einrichtungen 25 zur Versorgung mit dem Primärenergieträger für die Brennstoffzelle ersetzbar.

**Liste der Bezugszeichen:**

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1  | Brennstoffzellen-Aggregat     |
| 2  | Tank für Methanol             |
| 3  | Tank für Wasser               |
| 4  | Verdampfer                    |
| 5  | Katalytischer Brenner         |
| 6  | Reformierer                   |
| 7  | Gasreinigung                  |
| 8  | Einzelne Brennstoffzelle      |
| 9  | Proton-Exchange (PEM)-Membran |
| 10   | Platinbeschichtung            |
| 11   | Elektrode                     |
| 12   | Kühl/Bipolarelement           |
| 13   | Kompressor                    |
| 14   | Kühlpumpe                     |
| 15   | Kühler                        |
| 16   | Zuleitung                     |
| 17   | Spannungsanpassung            |
| 18   | Rohrleitung für Restgas       |
| <b>B<sub>N</sub></b>                             | Bordnetz                      |
| <b>K</b>   | Kühlkreislauf                 |
| <b>V<sub>1</sub>,V<sub>2</sub>,V<sub>n</sub></b> | Verbraucher                   |

**Patentansprüche:**

1. Vorrichtung zur Stromversorgung von Hilfseinrichtungen in Schienenfahrzeugen, **gekennzeichnet durch** ein Brennstoffzellen-Aggregat, welches als Stromversorgungsvorrichtung unabhängig und abgekoppelt von einer Primärenergiequelle verwendet wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Brennstoffzellen-Aggregat zur Stromversorgung von Hilfseinrichtungen bei abgeschalteter Stromversorgung verwendet wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Brennstoffzellen-Aggregat mit dem Primärenergieträger Methanol betrieben wird.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß verschiedene Brennstoffzellentypen, beispielsweise PEM-Brennstoffzellen (proton exchange membrane fuel cell - PEMFC), alkalische Brennstoffzellen (alkaline fuel cell - AFC), Direktmethanol-Brennstoffzellen (direct methanol fuel cell - DMFC), Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (molten carbonate fuel cell - MCFC), Phosphorsaure Brennstoffzellen (phosphoric acid fuel cell - PAFC), Festoxid-Brennstoffzellen (solid oxide fuel cell - SOFC) oder eine Kombination derartiger Brennstoffzellen, inklusive der entsprechenden Einrichtungen zur

Versorgung mit dem Primärenergieträger für die Brennstoffzelle, eingesetzt werden.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Brennstoffzellen-Aggregat hintereinandergeschaltete protonenleitende Elektrolyt-Membran (PEM)-Brennstoffzellen eingesetzt werden.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgungseinrichtung aus einem Tank (3) für entionisiertes Wasser, einem Tank (2) für Methanol, einem Verdampfer (4) zum Vermischen des Wassers und Methanols, einem Reformierer (6) zum Umwandeln des Methanols in Wasserstoff und Kohlendioxid, einer Gasreinigungseinrichtung (7) zum Entfernen des Kohlenmonoxids und anderen unerwünschten Gasbestandteilen, mehreren zusammengefaßten protonenleitenden Elektrolyt-Membran (PEM)-Brennstoffzellen (8), in der der Wasserstoff als Brennstoff und mit einem Kompressor (14) komprimierte Luft als Oxidationsmittel kontinuierlich zu- und abgeführt werden, einem Kühlkreislauf (K) zum Kühlen der Brennstoffzellen (8), einer das Reaktionswasser ableitenden, in den Tank (3) einmündenden Leitung (16) und eine das aus der Reaktion in der Brennstoffzelle resultierende Restgas ableitende Leitung (18) besteht, die mit einem dem Reformierer (6) vorgeordneten katalytischen Brenner (5) in Verbindung steht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die PEM-Brennstoffzelle (8) aus einer Packung besteht, die sich aus einem endseitigen Kühl-/Bipolarelement (12) mit integrierten Gaskanälen, einer beidseitig mit Platin als Katalysator beschichteten Membran (9), einer jeder Seite der Membran zugeordneten Elektrode (11) und einem weiteren endseitigen Kühl/Bipolarelement (12) zusammensetzt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Packung zusammensteckbar ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hilfseinrichtungen Steuer-, Melde-, Beleuchtungs- und/oder Anzeigeeinrichtungen sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schienenfahrzeuge Eisenbahnfahrzeuge, Straßenbahnfahrzeuge, oder Nahverkehrsfahrzeuge sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schienenfahrzeuge bezüglich ihrer Primärenergiequelle dieselbetriebene und/oder elektrisch betriebene Fahrzeuge sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stromversorgungseinrichtung mindestens Teile der Hilfsbetriebe mit elektrischer Energie versorgt, insbesondere der Bremsausrüstung, der Luftfederung, der elektrischen oder pneumatischen Scheibenwischer, der elektrischen oder pneumatischen Türantriebe, der Stromabnehmeraktuatoren und/oder der Wagenkasten-Neigetechnik.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stromversorgung dezentral auf mindestens zwei Standorte innerhalb eines Zuges verteilt sein kann.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Waggon eines Zuges eine Stromversorgungsvorrichtung insbesondere für waggonspezifische Verbraucher aufweist.

15. Verwendung eines Brennstoffzellen-Aggregats zur Stromversorgung von Hilfseinrichtungen, beispielsweise Steuer-, Melde-, Beleuchtungs- und Anzeigeeinrichtungen oder dgl. in Schienenfahrzeugen, insbesondere Eisenbahnfahrzeugen, Straßenbahnfahrzeugen, Nahverkehrsfahrzeugen, bei denen eine gesonderte Stromversorgungseinrichtung die Stromversorgung für die Hilfseinrichtungen übernimmt.

